

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-338730

(43)Date of publication of application : 28.11.2003

(51)Int.Cl.

H03H 9/25  
H03H 9/145

(21)Application number : 2002-146476

(71)Applicant : MURATA MFG CO LTD

(22)Date of filing : 21.05.2002

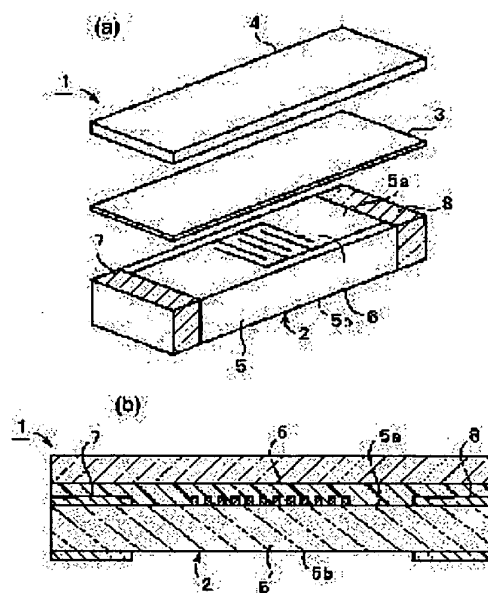
(72)Inventor : KAIDA HIROAKI  
INOUE JIRO  
NISHIMURA TOSHIO

## (54) SURFACE WAVE DEVICE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a small, low-cost, inexpensive surface wave device without requiring a space for avoiding obstacles to a function part of a surface wave element.

SOLUTION: A reflective layer 3 and a protective layer 4 are laminated on the surface wave element 2. An acoustic impedance  $Z_2$  of the surface wave element 2 is smaller than an acoustic impedance  $Z_1$  of the reflective layer 3 and the acoustic impedance  $Z_3$  of the protective layer 4. The oscillation propagated from the surface wave element 2 to the reflective layer 3 is reflected at an interface between the reflective layer and the protective layer in the surface wave device 1.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

09.02.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

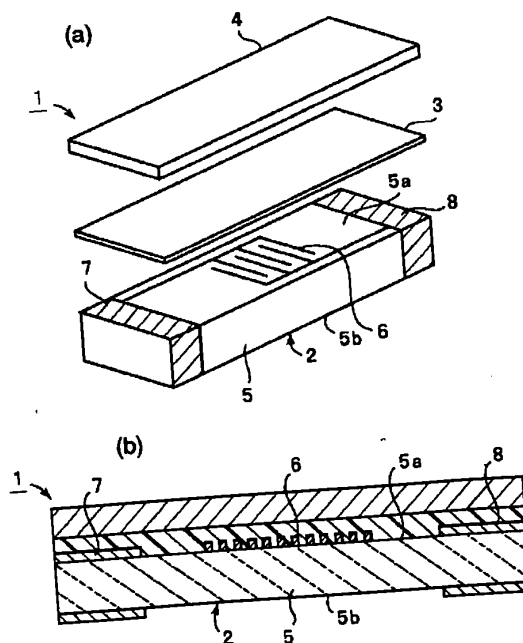
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(P2003-338730A)  
(43) 公開日 平成15年11月28日 (2003. 11. 28)

C

弁理士 宮▼崎▲ 主税



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 の音響インピーダンス値  $Z_1$  を有する材料からなる表面波基板と、該表面波基板上に形成された少なくとも 1 つのインターデジタル電極とを有する表面波素子と、

第 1 の音響インピーダンス値  $Z_1$  よりも低い第 2 の音響インピーダンス値  $Z_2$  を有する材料からなり、かつ前記表面波素子の前記インターデジタル電極が形成されている表面波基板面に形成された反射層と、

前記第 2 の音響インピーダンス値  $Z_2$  よりも大きな第 3 の音響インピーダンス値  $Z_3$  を有する材料からなり、前記反射層上に形成された保護層とを備え、

前記反射層と前記保護層との界面において前記表面波素子から反射層に伝播してきた振動が反射されるように構成されていることを特徴とする、表面波装置。

【請求項 2】 前記第 2 の音響インピーダンス値  $Z_2$  の第 1 の音響インピーダンス値  $Z_1$  に対する比  $Z_2/Z_1$  が 0.2 以下である、請求項 1 に記載の表面波装置。

【請求項 3】 前記第 2 の音響インピーダンス値  $Z_2$  の第 3 の音響インピーダンス値  $Z_3$  に対する比  $Z_2/Z_3$  が 0.2 以下である、請求項 1 または 2 に記載の表面波装置。

【請求項 4】 前記反射層が、音響インピーダンスの異なる複数の材料層を積層することにより構成されている、請求項 1～3 のいずれかに記載の表面波装置。

【請求項 5】 第 1 の音響インピーダンス値  $Z_1$  を有する材料からなる表面波基板と、該表面波基板上に形成された少なくとも 1 つのインターデジタル電極とを有する第 1 の表面波素子と、

前記第 1 の音響インピーダンス値  $Z_1$  よりも低い第 2 の音響インピーダンス値  $Z_2$  を有する材料からなり、かつ前記第 1 の表面波素子の表面波が励振される面に形成された第 1 の反射層と、

前記第 1 の反射層上に積層されており、第 1 の音響インピーダンス値  $Z_1$  と音響インピーダンス値が略同一である材料からなる表面波基板と、該表面波基板の第 1 の反射層が積層されている側とは反対の面に形成された少なくとも 1 つのインターデジタル電極とを有する第 2 の表面波素子と、

第 2 の音響インピーダンス値  $Z_2$  と略同一の材料からなり、かつ前記第 2 の表面波素子の前記インターデジタル電極が形成されている面に積層された第 2 の反射層と、第 2 の音響インピーダンス値  $Z_2$  よりも大きな第 3 の音響インピーダンス値  $Z_3$  を有する材料からなり、前記第 2 の反射層上に形成された保護層とを備え、

前記第 1 の反射層と前記第 2 の表面波素子との界面、及び前記第 2 の反射層と前記保護層との界面において、第 1、第 2 の表面波素子から反射層に伝播してきた振動がそれぞれ反射されるように構成されていることを特徴とする、表面波装置。

【請求項 6】 前記保護層が、電磁シールド効果を有する導電膜を有する、請求項 1～5 のいずれかに記載の表面波装置。

【請求項 7】 前記保護層が導電性材料からなる、請求項 6 に記載の表面波装置。

【請求項 8】 前記表面波素子から反射層に伝播してきた振動の振幅が該振動の伝播方向と直交している、請求項 1～7 のいずれかに記載の表面波装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、弾性表面波を利用した表面波装置に関し、より詳細には、表面波素子が他の部材に積層された積層構造を有する表面波装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、表面波フィルタや表面波共振子などの各種表面波装置が通信機等において広く用いられている。表面波素子では、表面波が励振される面の上部に空間が必要であるため、表面波素子が上記空間を有するように構成されたパッケージに収納されている。例えば実公平 8-4743 号公報に示されている構造では、ケース基板上に表面波素子が搭載され、かつ下方に開いた開口を有するキャップがケース基板に表面波素子を覆うように接合されていた。

【0003】また、近年、表面波素子をフェイスダウン方式でケース基板に接合してなる構造を有する表面波装置も用いられている。ここでは、表面波素子の表面波が励振される面が下面となるように表面波素子が金属バンブによりケース基板に接合されている。金属バンブの厚みにより、表面波素子の表面波が励振される面とケース基板面との間に空間が保たれている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】従来の表面波装置では、上記のように表面波素子の表面波が励振される面を抑圧しないように表面波素子と、ケース基板などのパッケージ構造との間に空間を形成しなければならなかった。そのため、表面波装置の小型化が困難であり、かつコストが高つくがざるを得なかった。

【0005】本発明の目的は、小型であり、かつ安価な表面波装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】第 1 の発明に係る表面波装置は、第 1 の音響インピーダンス値  $Z_1$  を有する材料からなる表面波基板と、該表面波基板上に形成された少なくとも 1 つのインターデジタル電極とを有する表面波素子と、第 1 の音響インピーダンス値  $Z_1$  よりも低い第 2 の音響インピーダンス値  $Z_2$  を有する材料からなり、かつ前記表面波素子の前記インターデジタル電極が形成されている表面波基板面に形成された反射層と、前記第 2 の音響インピーダンス値  $Z_2$  よりも大きな第 3 の音響

10

20

30

40

50

インピーダンス値 $Z_3$ を有する材料からなり、前記反射層上に形成された保護層とを備え、前記反射層と前記保護層との界面において前記表面波素子から反射層に伝播してきた振動が反射されるように構成されていることを特徴とする。

【0007】第1の発明では、上記反射層が表面波素子の表面波が励振される面上に積層されているため、言い換えれば、表面波素子の表面波が励振される面上に空間を必要としないため、表面波装置の小型化を図ることができる。また、反射層及び保護層が上記特定の音響インピーダンス値を有するように構成されているので、反射層と保護層との界面において表面波素子から反射層に伝播してきた振動が反射され、それによって表面波素子の特性にさほど影響を与えることなく、表面波装置の小型化が図られ得る。

【0008】第1の発明のある特定の局面では、音響インピーダンス比 $Z_2/Z_1$ が0.2以下とされる。第1の発明の他の特定の局面では、音響インピーダンス比 $Z_2/Z_3$ が0.2以下とされる。

【0009】また、上記反射層は、単一材料層で構成されてもよいが、第1の発明のさらに他の特定の局面では、音響インピーダンス値が異なる複数の材料層を積層することにより構成される。複数の材料層を選択することにより、反射層の音響インピーダンス値 $Z_2$ が容易に調整され得る。

【0010】本願の第2の発明は、第1の音響インピーダンス値 $Z_1$ を有する材料からなる表面波基板と、該表面波基板上に形成された少なくとも1つのインターデジタル電極とを有する第1の表面波素子と、前記第1の音響インピーダンス値 $Z_1$ よりも低い第2の音響インピーダンス値 $Z_2$ を有する材料からなり、かつ前記第1の表面波素子の表面波が励振される面に形成された第1の反射層と、前記第1の反射層上に積層されており、第1の音響インピーダンス値 $Z_1$ と音響インピーダンス値が略同一である材料からなる表面波基板と、該表面波基板の第1の反射層が積層されている側とは反対の面に形成された少なくとも1つのインターデジタル電極とを有する第2の表面波素子と、第2の音響インピーダンス値 $Z_2$ と略同一の材料からなり、かつ前記第2の表面波素子の前記インターデジタル電極が形成されている面に積層された第2の反射層と、第2の音響インピーダンス値 $Z_2$ よりも大きな第3の音響インピーダンス値 $Z_3$ を有する材料からなり、前記第2の反射層上に形成された保護層とを備え、前記第1の反射層と前記第2の表面波素子との界面、及び前記第2の反射層と前記保護層との界面において、第1、第2の表面波素子から反射層に伝播してきた振動がそれぞれ反射されるように構成されていることを特徴とする、表面波装置である。

【0011】すなわち、第2の発明は、第1、第2の表面波素子を有し、複数の表面波素子が内蔵された表面波

装置であり、第1、第2の反射層及び保護層が上記特定の音響インピーダンス値を有するように構成されているので、第1、第2の反射層及び保護層により、第1、第2の表面波素子の特性に影響を与えることなく、表面波装置を構成することができる。また、第2の発明においても、表面波素子の表面波が励振される面に臨む空間を設けなくともよいため、表面波装置の小型化が図られる。

【0012】本発明（第1、第2の発明）の他の特定の局面では、保護層が電磁シールド効果を有する導電膜を有するように構成され、それによって、保護層により表面波素子が電磁シールドされる。この場合、保護層全体が導電性材料により構成されていてもよく、あるいは保護層内に導電膜が内蔵されていてもよい。

【0013】本発明のさらに別の特定の局面では、表面波素子から反射層に伝播してきた振動の振動が、該振動の伝播方向と直交する関係とされている。すなわち、第1、第2の発明において、反射層及び第1、第2の反射層を伝播する振動の振幅が、該振動の伝播方向と直交されており、それによって、反射層と保護層との界面、あるいは反射層と第2の表面波素子もしくは第2の反射層と保護層との界面により確実に反射される。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しつつ、本発明の具体的な実施例を説明することにより、本発明を明らかにする。

【0015】図1(a)、(b)は、本発明の一実施例に係る表面波装置の分解斜視図及び正面断面図である。表面波装置1は、表面波素子2と、表面波素子2上に積層された反射層3と、反射層3上に設けられた保護層4とを有する。

【0016】表面波素子2は、レイリー波を利用した表面波共振子である。表面波素子2は、ストリップ状の矩形板状の圧電基板5を有する。圧電基板5は、本実施例では、チタン酸ジルコン酸鉛系セラミックスからなり、その音響インピーダンス値 $Z_1$ は、 $17.6 \times 10^6 \text{ N} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-3}$ である。

【0017】圧電基板5の上面5a上には、インターデジタル電極6が形成されている。インターデジタル電極6は、互いに間挿し合う複数本の電極指を有する。インターデジタル電極6に電気的に接続されるように、端子電極7、8が圧電基板5に形成されている。端子電極7、8は、圧電基板5の長さ方向両端において、圧電基板5の上面から、両側面を経て下面に至るように形成されている。圧電基板5の上面において、インターデジタル電極6が端子電極7、8に電気的に接続されている。

【0018】インターデジタル電極6及び端子電極7、8は、Alなどの適宜の導電性材料により構成されている。端子7、8を外側と電気的に接続し、入力電圧を加えることにより、表面波としてのレイリー波が励振さ

れる。表面波は、圧電基板5の上面5aにおいて、インターデジタル電極6の電極指と直交する方向に伝播する。また、レイリー波は、縦波すなわちSV波と、P波との2つの成分を有する。

【0019】反射層3は、本実施例では、エポキシ樹脂からなり、その音響インピーダンス値 $Z_2$ は、 $3.4 \times 10^6 \text{ N} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-3}$ である。また、反射層3上に積層された保護層4は、音響インピーダンス値 $Z_3$ が $17.6 \times 10^6 \text{ N} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-3}$ であるセラミックスにより構成されている。

【0020】表面波素子2では、圧電基板5の上面5aにおいて表面波が伝播する。従って、表面波素子2の特性に影響を与えずにパッケージ化するために、従来、圧電基板5の上面に空間を確保して、パッケージ化を図らねばならなかった。

【0021】これに対して、本実施例の表面波装置1では、反射層3及び保護層4が表面波素子2の上面に積層されており、従来技術で必要とされていた空間を有しない。従って、表面波装置1では、小型化を進めることができ、かつパッケージ構造の簡略化を図ることができるため、コストを低減することができる。

【0022】さらに、本実施例では、上記特定の音響インピーダンス値の反射層3及び保護層4が設けられているため、表面波素子2の共振特性への影響も生じ難い。これを、図2～図6を参照して説明する。

【0023】表面波素子2を構成するインターデジタル電極のピッチを0.5mm、電極指幅を0.25mm、厚みを2mmとし、この表面波素子の共振周波数 $F_0$ は2.25MHzとした。また、反射層3の厚みを0.35mm、保護層4の厚みを0.25mmとした。反射層及び保護層の平面形状は圧電基板5と同一とした。

【0024】このようにして設計された表面波装置1の変位状態を有限要素法で解析した。結果を図2に示す。図2は、表面波装置1の長さ方向中央の一部分における変位状態を示す図である。図2では、図示を省略されているが、図2の一点鎖線A、Bの外側に、さらに表面波装置1を構成する部分が連なっている。なお、図2における太線Cは、表面波素子2と反射層3との境界を示す線である。

【0025】図2から明らかなように、表面波素子2の上面すなわち圧電基板5の上面が図示のように表面波の励振にともなって変位している。レイリー波は、縦波であるSV波成分を有するため、上記のように表面波の励振にともなって、縦波成分を主体とする振動が表面波素子2から反射層3側に伝播する。そのため、反射層3が、図2に示されているように変位する。これに対して、反射層3の上面に積層された保護層4では、変位がほとんど生じていないことがわかる。

【0026】なお、表面波素子2の下面、すなわち圧電基板5の下面5bにおいても変位がほとんど生じてい

いことがわかる。これは、表面波が圧電基板5の上面5aに沿って、かつそのエネルギー分布が表面側に偏在した状態で伝播するからである。

【0027】上記のように保護層4において変位がほとんど生じていないのは、反射層3の音響インピーダンス値 $Z_2$ が表面波素子2を構成している圧電基板5の音響インピーダンス値 $Z_1$ よりも低く、かつ保護層4の音響インピーダンス値 $Z_3$ よりも低いいため、反射層3と保護層4との界面において、表面波素子2から伝播してきた振動が反射され、該振動が保護層4にほとんど伝播しないためと考えられる。

【0028】本願発明者らは、上記表面波装置1の有限要素法による解析結果を考慮し、表面波装置1における表面波素子2、反射層3及び保護層4を構成する材料及びこれらの寸法を種々変更し、実験を繰り返した。その結果、反射層3の音響インピーダンス値 $Z_2$ を、表面波素子2の音響インピーダンス値 $Z_1$ 及び保護層4の音響インピーダンス値 $Z_3$ よりも小さくすれば、上記図2に示した結果と同様に、表面波素子2から保護層4への振動の伝播をほぼ抑制し得ることを見出した。

【0029】これを、図3及び図4を参照して説明する。まず、上記実施例の表面波装置1において、反射層を構成する材料を種々変更し、その他は上記実施例と同様に、音響インピーダンス比 $Z_2/Z_1$ が種々異なる表面波装置を作製した。これらの表面波装置において、共振周波数を測定し、音響インピーダンス比 $Z_2/Z_1$ が変化した場合の共振周波数変化率を求めた。結果を図3に示す。

【0030】なお、共振周波数変化率とは、表面波素子2単体の共振周波数を $F_0$ 、上記のようにして作製された表面波装置の共振周波数を $F$ としたときに、 $\{(F - F_0)/F_0\} \times 100 (\%)$ で表される値である。

【0031】図3から明らかなように、音響インピーダンス比 $Z_2/Z_1$ が0.2以下、好ましくは0.1以下において、共振周波数の変化率が0.4%以下と非常に小さく、 $Z_2/Z_1$ が0.1以下では、0.1%以下と低いことがわかる。

【0032】次に、上記実施例の表面波装置において、反射層を上記実施例と同様に構成し、保護層を構成する材料を種々変更し、インピーダンス比 $Z_2/Z_3$ が異なる種々の表面波装置を作製し、上記と同様に共振周波数変化率を求めた。結果を図4に示す。

【0033】図4から明らかなように、音響インピーダンス比 $Z_2/Z_3$ を0.2以下とすることにより、共振周波数変化率が0.215%以下、より好ましくは $Z_2/Z_3$ を0.1以下とすることにより共振周波数変化率を0.1%以下とし得ることがわかる。

【0034】よって、図3及び図4の結果から明らかなように、音響インピーダンス比 $Z_1$ 、 $Z_2$ 及び $Z_2/Z_3$ は、0.2以下が好ましく、より好ましくは0.1以

下である。

【0035】なお、反射層 3 及び保護層 4 の音響インピーダンス値  $Z_2$ 、 $Z_3$  の制御は、これらを構成する材料自体の変更あるいは組成を変更することにより容易に行うことができる。例えば、反射層 3 については、上記実施例ではエポキシ樹脂が用いられていたが、エポキシ樹脂に、エポキシ樹脂とは異なる音響インピーダンス値を有する有機もしくは無機粉末などを配合することにより、反射層 3 の音響インピーダンス値  $Z_2$  を調整することができる。また、保護層 4 についても、保護層 4 を構成するセラミックスに、該セラミックスとは異なる音響インピーダンス値を有する有機もしくは無機粉末などを配合することにより、その音響インピーダンス値  $Z_3$  を容易に調整することができる。

【0036】なお、反射層 3 及び保護層 4 を構成する材料は、エポキシ樹脂やセラミックスに限定されるものではない。様々な有機材料あるいは無機材料が、目的とする音響インピーダンス値  $Z_2$ 、 $Z_3$  を実現され得るように用いられ得る。

【0037】次に、本願発明者は、上記実施例の表面波装置 1 における反射層 3 の厚みを種々変更した場合の帯域幅及び共振周波数の変化を調べた。結果を図 5 及び図 6 に示す。

【0038】図 5 は、上記実施例において、反射層 3 の厚みを種々変化させた場合の相対比帯域幅の変化を示し、図 6 は、相対共振周波数の変化を示す。なお、相対比帯域幅とは、反射層 3 及び保護層 4 が設けられていない表面波素子 2 単体の比帯域幅に対し、作製された表面波装置における比帯域幅の割合を示す。また、相対共振周波数とは、表面波素子 2 単体の共振周波数に対する、用意された表面波装置の共振周波数の割合を示す。

【0039】図 5 及び図 6 における横軸の反射層 3 の厚みは、表面波素子 2 で励振される表面波の波長  $\lambda$  を基準とした値である。図 5 及び図 6 から明らかなように、反射層 3 の厚みを変化させた場合、一定の周期で、相対比帯域幅及び相対共振周波数が変化することがわかる。すなわち、反射層の厚みが、 $n \cdot \lambda / 4 \pm \lambda / 8$  ( $n$  は奇数) の範囲では、相対比帯域幅及び相対共振周波数が、表面波素子 2 単体の場合の特性とほぼ変わらないことがわかる。従って、好ましくは、反射層 3 の厚み、すなわち表面波素子 2 から反射層 3 に伝播してきた振動の進行方向の反射層の距離は、表面波素子 2 で励振される表面波の波長を  $\lambda$  とした場合には、 $n \lambda / 4 \pm \lambda / 8$  の範囲とすることが望ましい。

【0040】図 7 は、図 1 に示した実施例の表面波装置 1 の変形例を示す正面断面図である。図 1 に示した表面波装置 1 では、反射層 3 上に、反射層 3 の上面を覆うように矩形的保護層 4 が設けられていたが、図 7 に示す変形例のように、インターデジタル電極 6 及び反射層 3 を被覆するように保護層 4 A を形成してもよい。この場

合、好ましくは、保護層 4 A として、導電性材料からなるものを用いれば、インターデジタル電極 6 が形成されている表面波素子 2 の機能部分を電磁シールドすることができる。

【0041】なお、保護層 4 A に電磁シールド効果を与えるためには、保護層 4 全体を導電性材料で構成する必要は必ずしもない。すなわち、保護層 4 を絶縁性材料で構成し、その内部に導電膜を内蔵してもよい。また、絶縁性材料からなる層の内面または外面に導電膜を形成することにより保護層 4 A を構成してもよい。

【0042】なお、図 1 に示した実施例の表面波装置 1 においても、保護層 5 に、上記のような電磁シールド効果を与えるように、導電性材料層を設けてもよい。もっとも、好ましくは、図 7 に示す変形例のように、反射層 3 の側面をも被覆するように保護層 4 A を設けた構造において、導電性材料層を設けた場合に、より一層高い電磁シールド効果が得られる。

【0043】なお、図 7 に示す表面波装置 1 A では、I D 電極 6 に電気的に接続されるように、保護層 4 A が設けられている領域の外側に金属パンプ 11、12 が設けられている。金属パンプ 11、12 は、表面波装置 1 A をフェイスダウン方式でケース基板や回路基板などに実装するために設けられている。この場合においても、保護層 4 A がケース基板に接触してもよいため、従来の金属膜を用いた表面波素子のパッケージ構造に比べて、表面波装置の小型化を図ることができる。

【0044】図 8 は、上記実施例の弾性表面波装置 1 のさらに他の変形例を説明するための正面断面図である。この表面波装置 1 B は、図 7 に示した表面波装置 1 A とほぼ同様に構成されている。もっとも、ここでは、反射層 3 が複数の材料層 3 a ~ 3 c を積層した構造を有する。その他の点については、表面波装置 1 B は、表面波装置 1 A と同様に構成されている。

【0045】本変形例で示されているように、本発明においては、反射層 3 は複数の材料層 3 a ~ 3 c が積層された構造であってもよい。この場合、複数の材料層 3 a ~ 3 c として、適宜の音響インピーダンス値を有するものを用いることにより、複数の材料層 3 a ~ 3 c を組み合わせることにより、所望とする音響インピーダンス値  $Z_2$  を容易に達成することができる。

【0046】なお、反射層 3 を複数の材料層 3 a ~ 3 c で構成した場合、反射層 3 内に埋設される材料層 3 b や外側に配置される材料層 3 c において、導電性材料を用いて電磁シールド効果を発現するように構成してもよい。

【0047】図 9 は、本発明の第 2 の実施例に係る表面波装置を示す正面断面図である。第 2 の実施例の表面波装置 21 では、第 1、第 2 の表面波素子 22、23 が積層されている。すなわち、表面波素子 2 と同様に構成された第 1 の表面波素子 22 上に、反射層 24 が形成され

10

20

30

40

50

ており、該反射層 24 上に、第 2 の表面波素子 23 が積層されている。第 2 の表面波素子 23 は、第 1 の表面波素子 22 と同様に構成されている。第 1、第 2 の表面波素子 23 は、第 1 の実施例の表面波素子 2 と同様に構成されている。第 2 の表面波素子 23 上には、第 2 の反射層 25 及び保護層 26 が積層されている。

【0048】このように、本発明においては、振動源となる複数の表面波素子が積層されていてもよく、その場合には、第 1、第 2 の表面波素子 22、23 間の第 1 の反射層 24 は、第 2 の反射層 25 と同様に構成される。すなわち、第 1、第 2 の反射層 24 の音響インピーダンス値  $Z_{2a}$ 、 $Z_{2b}$  は、表面波素子 22、23 を構成する圧電基板の音響インピーダンス値  $Z_1$  及び保護層 26 の音響インピーダンス値  $Z_3$  よりも小さくされる。この場合、第 1 の表面波素子 22 から伝播してきた振動が、反射層 24 と第 2 の表面波素子 23 の圧電基板との界面において反射されるため、第 1 の表面波素子 22 で発生した振動が反射層 24 に伝播したとしても、第 2 の表面波素子 23 を構成している圧電基板 5 の下面はほとんど変位しない。すなわち、第 2 の表面波素子 23 の圧電基板が、第 1 の反射層 24 に対して反射界面を与える保護層として機能する。

【0049】なお、上述してきた実施例及び変形例では、表面波基板としての圧電基板上にインターデジタル電極が形成されている表面波素子を例にとり説明したが、図 10 に示すように、圧電基板 5A 上に、圧電薄膜 5B が積層されている表面波基板 5C を用いて表面波素子 2 を構成してもよい。

【0050】また、図 11 (a) 及び (b) に示す表面波装置 31 のように、ガラス基板などからなる絶縁性基板 32 上に、IDT 33、34 が形成されており、IDT 33、34 上に圧電薄膜 36 が形成されている構造にも本発明を適用することができる。表面波装置 31 では、ZnO 薄膜などからなる圧電薄膜 36 を被覆するように、反射層 37 及び保護層 38 が形成されている。なお、図 11 (a)、(b) において、35a~35d は端子電極を示し、端子電極 35a~35d は、反射層 37 及び保護層 38 で覆われている領域の外側に至るように形成されている。

【0051】さらに、上記実施例及び変形例では、表面波素子 2 として表面波共振子を示したが、本発明は、表面波フィルタなどの他の構造の表面波素子を用いた表面波装置にも適用することができる。加えて、利用する表面波についても、レイリー波に限られず、SH 波などの他の表面波を利用したものであってもよい。

【0052】なお、実施例においては、インターデジタル電極の上に直接反射層を形成しているが、薄い SiO<sub>2</sub> などの保護膜を形成した上に反射層を形成してもよい。

【0053】

【発明の効果】第 1 の発明に係る表面波装置では、表面波素子上に反射層及び保護層が積層されており、反射層インピーダンス値  $Z_2$  が、表面波素子及び保護層の音響インピーダンス値  $Z_1$ 、 $Z_3$  よりも小さいため、反射層と保護層との界面において表面波素子から反射層に伝播してきた振動が反射される。従って、保護層あるいは表面波素子を機械的に保持したとしても、表面波素子の特性が劣化し難い。よって、振動を妨げないための空間を必要としない、小型でありかつ安価な表面波装置を提供することが可能となる。

【0054】第 2 の発明に係る表面波装置では、第 1、第 2 の表面波素子が第 1 の反射層を介して積層されており、第 2 の表面波素子上に、第 2 の反射層及び保護層が積層されており、第 1、第 2 の反射層の音響インピーダンス値  $Z_2$  が、第 1、第 2 の表面波素子のインピーダンス値  $Z_1$  及び保護層のインピーダンス値  $Z_3$  よりも小さいため、第 1 の表面波素子から伝播してきた振動が第 1 の反射層と第 2 の表面波素子との界面で反射され、かつ第 2 の表面波素子から伝播してきた振動が第 2 の反射層と保護層との界面で反射される。従って、保護層あるいは第 1 の表面波素子の反射層が積層されている側とは反対側の面を機械的に保持したとしても、第 1、第 2 の表面波素子の特性が劣化し難い。よって、表面波素子に接した空間を形成する必要がないため、第 1、第 2 の表面波素子を積層してなる、小型でありかつ安価な表面波装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】(a) 及び (b) は、本発明の一実施例に係る表面波装置の分解斜視図及び正面断面図。

【図 2】図 1 に示した実施例の表面波装置を駆動した際の表面波素子、反射層及び保護層の変位分布を有限要素法で解析した結果を示す図。

【図 3】音響インピーダンス比  $Z_2/Z_1$  を変化させた場合の実施例の表面波装置における共振周波数変化率を示す図。

【図 4】音響インピーダンス比  $Z_2/Z_3$  を変化させた場合の実施例の表面波装置における共振周波数変化率を示す図。

【図 5】反射層の厚みを変化させた場合の実施例の表面波装置の相対比帯域幅の変化を示す図。

【図 6】反射層の厚みを変化させた場合の実施例の表面波装置の相対共振周波数の変化を示す図。

【図 7】図 1 に示した実施例の変形例に係る表面波装置を示す正面断面図。

【図 8】図 1 に示した表面波装置のさらに他の変形例を示す正面断面図。

【図 9】本発明の第 2 の発明に係る表面波装置を示す正面断面図。

【図 10】本発明に係る表面波装置のさらに他の変形例を説明するための正面断面図。

【図 11】 (a), (b) は、本発明の表面波装置の他の変形例を説明するための平面図及び正面断面図。

【符号の説明】

1…表面波装置

1A…表面波装置

1B…表面波装置

2…表面波素子

3…反射層

3A~3C…材料層

4…保護層

4A…保護層

4B…反射層

5…圧電基板（表面波基板）

5a…上面

5b…下面

6…インターデジタル電極

7, 8…端子電極

11, 12…金属バンプ

21…表面波装置

22, 23…第1, 第2の表面波素子

24…第1の反射層

25…第2の反射層

26…保護層

31…表面波装置

10 32…絶縁性基板

33, 34…IDT

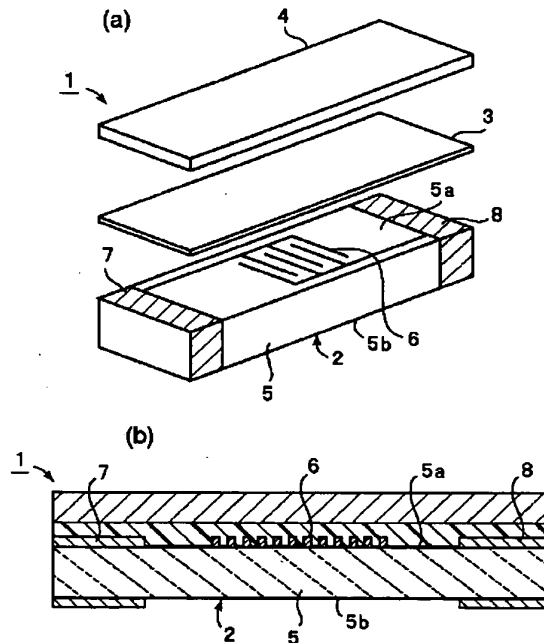
35a~35d…端子電極

36…圧電薄膜

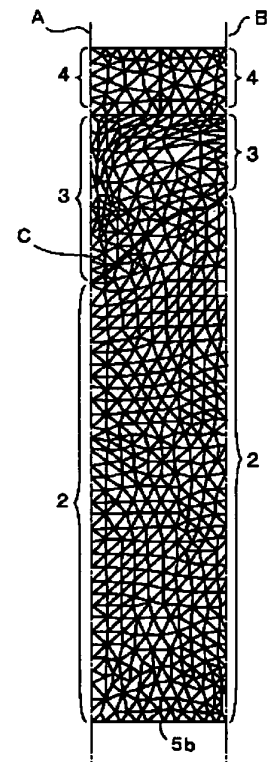
37…反射層

38…保護層

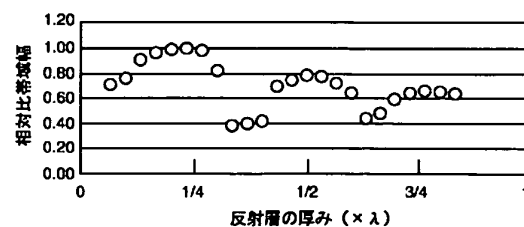
【図 1】



【図 2】

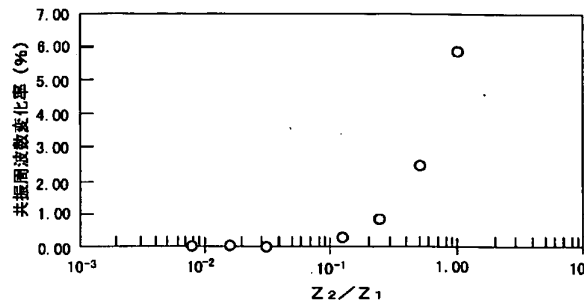


【図 5】

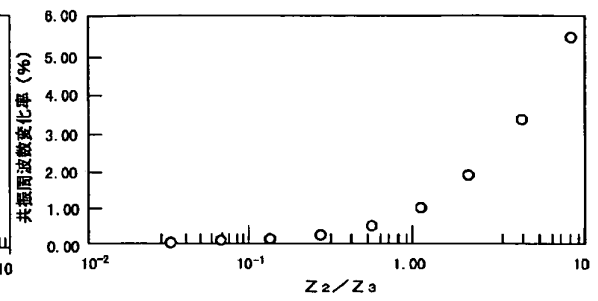




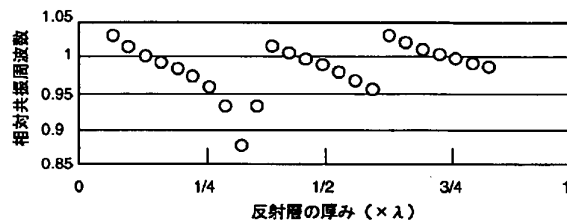
【図3】



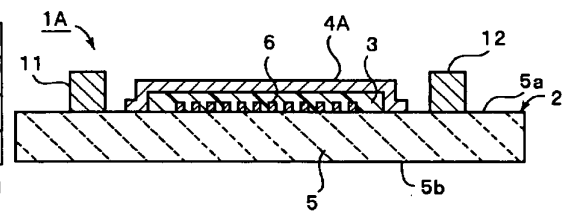
【図4】



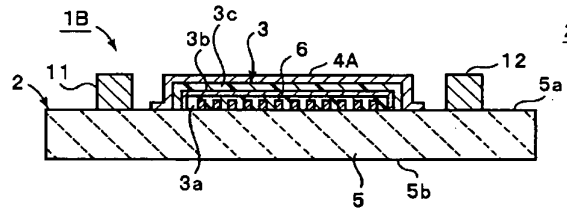
【図6】



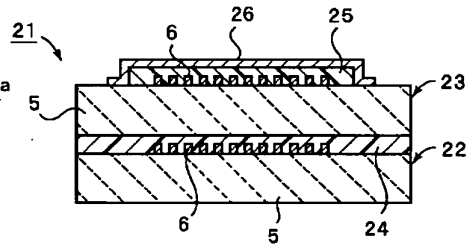
【図7】



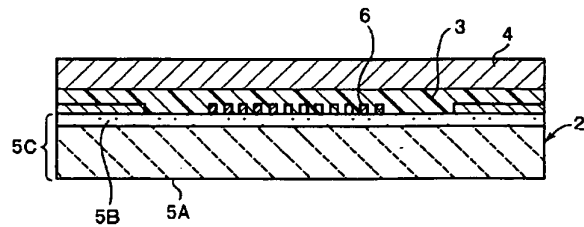
【図8】



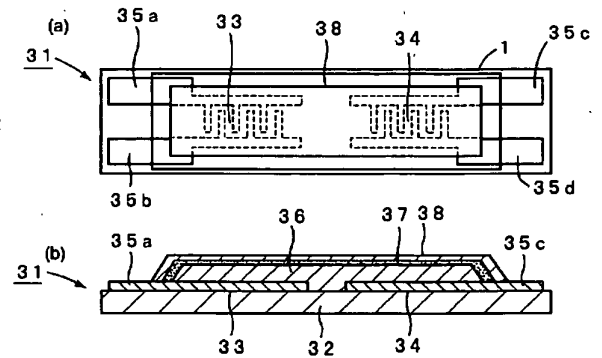
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(72) 発明者 西村 俊雄

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式  
会社村田製作所内

Fターム(参考) 5J097 AA29 FF05 KK05 KK09 KK10

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-338730

(43)Date of publication of application : 28.11.2003

---

(51)Int.Cl. H03H 9/25

H03H 9/145

---

(21)Application number : 2002- (71)Applicant : MURATA MFG CO LTD  
146476

(22)Date of filing : 21.05.2002 (72)Inventor : KAIDA HIROAKI  
INOUE JIRO  
NISHIMURA TOSHIO

---

(54) SURFACE WAVE DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a small, low-cost, inexpensive surface wave device without requiring a space for avoiding obstacles to a function part of a surface wave element.

SOLUTION: A reflective layer 3 and a protective layer 4 are laminated on the surface wave element 2. An acoustic impedance  $Z_2$  of the reflective layer is smaller than an acoustic impedance  $Z_1$  of the surface wave element 2 and the acoustic impedance  $Z_3$  of the protective layer 4. The oscillation propagated from the surface wave element 2 to the reflective layer 3 is reflected at an interface between the reflective layer and the protective layer in the surface wave device

1.

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 09.02.2005

[Date of sending the examiner's  
decision of rejection]

[Kind of final disposal of application  
other than the examiner's decision of  
rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

### \* NOTICES \*

**JPO and NCIP are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.**

1.This document has been translated by computer. So the translation may not  
reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The surface wave substrate which consists of an ingredient which has the 1st acoustic-impedance value  $Z_1$ , The surface acoustic wave device which has at least one INTADEJITARU electrode formed on this surface-wave substrate, The reflecting layer formed in the surface-wave substrate side in which it becomes from the ingredient which has the 2nd acoustic-impedance value  $Z_2$  lower than the 1st acoustic-impedance value  $Z_1$ , and said INTADEJITARU electrode of said surface-wave component is formed, It consists of an ingredient which has the 3rd bigger acoustic-impedance value  $Z_3$  than said 2nd acoustic-impedance value  $Z_2$ . Surface wave equipment which is equipped with the protective layer formed on said reflecting layer, and is characterized by being constituted so that vibration spread from said surface acoustic wave device to the reflecting layer in the interface of said reflecting layer and said protective layer may be reflected.

[Claim 2] Surface wave equipment according to claim 1 whose ratios  $Z_2/Z_1$  to the 1st acoustic-impedance value  $Z_1$  of said 2nd acoustic-impedance value  $Z_2$  are 0.2 or less.

[Claim 3] Surface wave equipment according to claim 1 or 2 whose ratios  $Z_2/Z_3$  to the 3rd acoustic-impedance value  $Z_3$  of said 2nd acoustic-impedance value  $Z_2$  are 0.2 or less.

[Claim 4] Surface wave equipment according to claim 1 to 3 constituted when said reflecting layer carries out the laminating of two or more ingredient layers from which an acoustic impedance differs.

[Claim 5] The surface wave substrate which consists of an ingredient which has the 1st acoustic-impedance value  $Z_1$ , The 1st surface acoustic wave device which has at least one INTADEJITARU electrode formed on this surface-wave substrate, The 1st reflecting layer formed in the field where it consists of an ingredient which has the 2nd acoustic-impedance value  $Z_2$  lower than said 1st

acoustic-impedance value  $Z_1$ , and the surface wave of said 1st surface acoustic wave device is excited, The surface wave substrate with which the laminating is carried out on said 1st reflecting layer, and the 1st acoustic-impedance value  $Z_1$  and acoustic-impedance value consist of an ingredient which is abbreviation identitas, The 2nd surface acoustic wave device which has at least one INTADEJITARU electrode formed in the field where the 1st reflecting layer of this surface wave substrate is opposite to the side by which the laminating is carried out, the 2nd acoustic-impedance value  $Z_2$  and abbreviation -- with the 2nd reflecting layer by which the laminating was carried out to the field in which it becomes from the same ingredient and said INTADEJITARU electrode of said 2nd surface-wave component is formed It consists of an ingredient which has the 3rd bigger acoustic-impedance value  $Z_3$  than the 2nd acoustic-impedance value  $Z_2$ . Have the protective layer formed on said 2nd reflecting layer, and it sets to the interface of said 1st reflecting layer and said 2nd surface acoustic wave device, and the interface of said 2nd reflecting layer and said protective layer. Surface wave equipment characterized by being constituted so that vibration spread from the 1st and 2nd surface acoustic wave device to the reflecting layer may be reflected, respectively.

[Claim 6] Surface wave equipment according to claim 1 to 5 with which said protective layer has the electric conduction film which has the electromagnetic shielding effectiveness.

[Claim 7] Surface wave equipment according to claim 6 with which said protective layer consists of a conductive ingredient.

[Claim 8] Surface wave equipment according to claim 1 to 7 with which the amplitude of vibration spread from said surface acoustic wave device to the reflecting layer lies at right angles to the propagation of this vibration.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the surface wave equipment which has the laminated structure by which the laminating of the surface acoustic wave device was carried out to other members at the detail more about the surface wave equipment using a surface acoustic wave.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, various surface wave equipments, such as a surface wave filter and a surface wave resonator, are widely used in the transmitter etc. It is contained in the surface acoustic wave device by the package constituted in the upper part of the field where a surface wave is excited so that a surface wave component might have the above-mentioned space since space was required. For example, with the structure shown in JP,8-4743,Y, it was joined so that the cap which has opening which the surface acoustic wave device was carried on the case substrate, and was opened caudad might cover a surface acoustic wave device to a case substrate.

[0003] Moreover, the surface wave equipment which has the structure which comes to join a surface acoustic wave device to a case substrate by the face down method is also used in recent years. Here, the surface-wave component is joined to the case substrate by the metal bump so that the field where the surface wave of a surface-wave component is excited may turn into an inferior

surface of tongue. Space is maintained by a metal bump's thickness between the fields and case substrate sides where the surface wave of a surface acoustic wave device is excited.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] With conventional surface wave equipment, space had to be formed between a surface wave component and package structures, such as a case substrate, so that the field where the surface wave of a surface acoustic wave device is excited as mentioned above might not be oppressed. Therefore, the miniaturization of surface wave equipment is difficult, and cost could not but cost dearly.

[0005] The purpose of this invention is to offer cheap surface wave equipment small.

[0006]

[Means for Solving the Problem] The surface wave substrate with which the surface wave equipment concerning the 1st invention consists of an ingredient which has the 1st acoustic-impedance value  $Z_1$ , The surface acoustic wave device which has at least one INTADEJITARU electrode formed on this surface-wave substrate, The reflecting layer formed in the surface-wave substrate side in which it becomes from the ingredient which has the 2nd acoustic-impedance value  $Z_2$  lower than the 1st acoustic-impedance value  $Z_1$ , and said INTADEJITARU electrode of said surface-wave component is formed, It consists of an ingredient which has the 3rd bigger acoustic-impedance value  $Z_3$  than said 2nd acoustic-impedance value  $Z_2$ . It has the protective layer formed on said reflecting layer, and is characterized by being constituted so that vibration spread from said surface acoustic wave device to the reflecting layer in the interface of said reflecting layer and said protective layer may be reflected.

[0007] In the 1st invention, since the laminating is carried out on the field where the surface wave whose above-mentioned reflecting layer is a surface acoustic wave device is excited, if it puts in another way, since space is not needed on the field where the surface wave of a surface acoustic wave device is excited, the



miniaturization of surface wave equipment can be attained. Moreover, the miniaturization of surface wave equipment may be attained, without reflecting vibration spread from the surface acoustic wave device to the reflecting layer in the interface of a reflecting layer and a protective layer, and affecting the property of a surface acoustic wave device so much by it, since it is constituted so that a reflecting layer and a protective layer may have the above-mentioned specific acoustic-impedance value.

[0008] On a specific aspect of affairs with the 1st invention, the acoustic-impedance ratios  $Z2/Z1$  are made or less into 0.2. On other specific aspects of affairs of the 1st invention, the acoustic-impedance ratios  $Z2/Z3$  are made or less into 0.2.

[0009] Moreover, although the above-mentioned reflecting layer may consist of single ingredient layers, it consists of other specific aspects of affairs of the 1st invention further by carrying out the laminating of two or more ingredient layers from which an acoustic-impedance value differs. By choosing two or more ingredient layers, the acoustic-impedance value  $Z2$  of a reflecting layer may be adjusted easily.

[0010] The surface wave substrate which consists of an ingredient with which invention of the 2nd of this application has the 1st acoustic-impedance value  $Z1$ , The 1st surface acoustic wave device which has at least one INTADEJITARU electrode formed on this surface-wave substrate, The 1st reflecting layer formed in the field where it consists of an ingredient which has the 2nd acoustic-impedance value  $Z2$  lower than said 1st acoustic-impedance value  $Z1$ , and the surface wave of said 1st surface acoustic wave device is excited, The surface wave substrate with which the laminating is carried out on said 1st reflecting layer, and the 1st acoustic-impedance value  $Z1$  and acoustic-impedance value consist of an ingredient which is abbreviation identitas, The 2nd surface acoustic wave device which has at least one INTADEJITARU electrode formed in the field where the 1st reflecting layer of this surface wave substrate is opposite to the side by which the laminating is carried out, the 2nd acoustic-impedance value  $Z2$

and abbreviation -- with the 2nd reflecting layer by which the laminating was carried out to the field in which it becomes from the same ingredient and said INTADEJITARU electrode of said 2nd surface-wave component is formed. It consists of an ingredient which has the 3rd bigger acoustic-impedance value  $Z_3$  than the 2nd acoustic-impedance value  $Z_2$ . Have the protective layer formed on said 2nd reflecting layer, and it sets to the interface of said 1st reflecting layer and said 2nd surface acoustic wave device, and the interface of said 2nd reflecting layer and said protective layer. It is surface wave equipment characterized by being constituted so that vibration spread from the 1st and 2nd surface acoustic wave device to the reflecting layer may be reflected, respectively.

[0011] That is, since the 2nd invention is constituted so that it has the 1st and 2nd surface acoustic wave device, and it may be surface wave equipment with which two or more surface acoustic wave devices were built in and the 1st and 2nd reflecting layer and protective layer may have the above-mentioned specific acoustic-impedance value, it can constitute surface wave equipment by the 1st and 2nd reflecting layer and protective layer, without affecting the property of the 1st and 2nd surface acoustic wave device. Moreover, also in the 2nd invention, since it is not necessary to prepare the space facing the field where the surface wave of a surface acoustic wave device is excited, the miniaturization of surface wave equipment is attained.

[0012] It consists of other specific aspects of affairs of this invention (1st and 2nd invention) so that it may have the electric conduction film with which a protective layer has the electromagnetic shielding effectiveness, and electromagnetic shielding of the surface acoustic wave device is carried out by it by the protective layer. In this case, the whole protective layer may be constituted by the conductive ingredient, or the electric conduction film may be built in in the protective layer.

[0013] On still more nearly another specific aspect of affairs of this invention, vibration of vibration spread from the surface acoustic wave device to the

reflecting layer is considered as the relation which intersects perpendicularly with the propagation of this vibration. That is, in the 1st and 2nd invention, the amplitude of vibration which spreads a reflecting layer and the 1st and 2nd reflecting layer lies at right angles to the propagation of this vibration, and is certainly reflected by it according to the interface of the interface of a reflecting layer and a protective layer or a reflecting layer, the 2nd surface acoustic wave device or the 2nd reflecting layer, and a protective layer.

[0014]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, this invention is clarified by explaining the concrete example of this invention, referring to a drawing.

[0015] Drawing 1 (a) and (b) are the decomposition perspective views and transverse-plane sectional views of surface wave equipment concerning one example of this invention. Surface wave equipment 1 has a surface acoustic wave device 2, the reflecting layer 3 by which the laminating was carried out on the surface acoustic wave device 2, and the protective layer 4 prepared on the reflecting layer 3.

[0016] A surface acoustic wave device 2 is a surface wave resonator using a Rayleigh wave. A surface acoustic wave device 2 has the strip rectangle tabular piezo-electric substrate 5. The piezo-electric substrate 5 consists of titanite-acid lead zirconate system ceramics in this example, and the acoustic-impedance value  $Z_1$  is  $17.6 \times 10^6 \text{ N-s and m}^{-3}$ .

[0017] The INTADEJITARU electrode 6 is formed on top-face 5a of the piezo-electric substrate 5. The INTADEJITARU electrode 6 has two or more electrode fingers put mutually in between. The terminal electrodes 7 and 8 are formed in the piezo-electric substrate 5 so that it may connect with the INTADEJITARU electrode 6 electrically. In the die-length direction both ends of the piezo-electric substrate 5, from the top face of the piezo-electric substrate 5, the terminal electrodes 7 and 8 are formed so that an inferior surface of tongue may be reached through a both-sides side. On the top face of the piezo-electric substrate 5, the INTADEJITARU electrode 6 is electrically connected to the terminal

electrodes 7 and 8.

[0018] The INTADEJITARU electrode 6 and the terminal electrodes 7 and 8 are constituted by proper conductive ingredients, such as aluminum. The Rayleigh wave as a surface wave is excited by connecting terminals 7 and 8 with the exterior electrically, and impressing input voltage. A surface wave is spread in the direction which intersects perpendicularly with the electrode finger of the INTADEJITARU electrode 6 in top-face 5a of the piezo-electric substrate 5. Moreover, a Rayleigh wave has two components with a longitudinal wave, i.e., an SV wave, and a P wave.

[0019] A reflecting layer 3 consists of an epoxy resin in this example, and the acoustic-impedance value  $Z_2$  is  $3.4 \times 10^6 \text{ N-s-m}^{-3}$ . Moreover, the protective layer 4 by which the laminating was carried out on the reflecting layer 3 is constituted by the ceramics whose acoustic-impedance value  $Z_3$  is  $17.6 \times 10^6 \text{ N-s-m}^{-3}$ .

[0020] In a surface acoustic wave device 2, a surface wave spreads in top-face 5a of the piezo-electric substrate 5. Therefore, in order to package-ize, without affecting the property of the surface-wave component 2, conventionally, space had to be secured in the top face of the piezo-electric substrate 5, and package-ization had to be attained.

[0021] On the other hand, with the surface wave equipment 1 of this example, the laminating of a reflecting layer 3 and the protective layer 4 is carried out to the top face of a surface acoustic wave device 2, and it does not have the space needed with the conventional technique. Therefore, with surface-wave equipment 1, since a miniaturization can be advanced and simplification of package structure can be attained, cost can be reduced.

[0022] Furthermore, in this example, since the reflecting layer 3 and protective layer 4 of an acoustic-impedance value of the above-mentioned specification are prepared, it is hard to produce the effect of the resonance characteristic on a surface acoustic wave device 2. This is explained with reference to drawing 2 - drawing 6 .

[0023] 0.5mm and an electrode digit were set to 0.25mm, thickness was set to

2mm, and the resonance frequency F1 of this surface acoustic wave device set to 2.25MHz the pitch of the INTADEJITARU electrode which constitutes the surface-wave component 2. Moreover, thickness of 0.35mm and a protective layer 4 was set to 0.25mm for the thickness of a reflecting layer 3. The flat-surface configuration of a reflecting layer and a protective layer presupposed that it is the same as that of the piezo-electric substrate 5.

[0024] Thus, the displacement condition of the designed surface wave equipment 1 was analyzed with the finite element method. A result is shown in drawing 2 . Drawing 2 is drawing showing the displacement condition in a part of center of the die-length direction of surface wave equipment 1. In drawing 2 , although illustration is omitted, the part which constitutes surface wave equipment 1 further on the outside of the alternate long and short dash lines A and B of drawing 2 stands in a row. In addition, the thick wire C in drawing 2 is a line which shows the boundary of a surface acoustic wave device 2 and a reflecting layer 3.

[0025] The top face of a surface acoustic wave device 2, i.e., the top face of the piezo-electric substrate 5, is displacing with excitation of a surface wave like illustration so that clearly from drawing 2 . Since a Rayleigh wave has the SV wave component which is a longitudinal wave, vibration which makes a longitudinal-wave component a subject spreads it from a surface acoustic wave device 2 to a reflecting layer 3 side with excitation of a surface wave as mentioned above. Therefore, a reflecting layer 3 displaces as shown in drawing 2 . On the other hand, in the protective layer 4 by which the laminating was carried out to the top face of a reflecting layer 3, it turns out that a variation rate has hardly arisen.

[0026] In addition, it turns out that a variation rate has hardly arisen also in inferior-surface-of-tongue 5 of inferior surface of tongue 5 of surface acoustic wave device 2, i.e., piezo-electric substrate, b. The surface wave of this is because it spreads after the energy distribution has been unevenly distributed in the front-face side along with top-face 5a of the piezo-electric substrate 5.

[0027] Since it is lower than the acoustic-impedance value  $Z_1$  of the piezo-electric substrate 5 which constitutes the surface acoustic wave device 2 and the acoustic-impedance value  $Z_2$  of a reflecting layer 3 is lower than the acoustic-impedance value  $Z_3$  of a protective layer 4, in the interface of a reflecting layer 3 and a protective layer 4, vibration spread from the surface acoustic wave device 2 is reflected, and it is thought of for this vibration to hardly spread to a protective layer 4 that a variation rate has hardly arisen in a protective layer 4 as mentioned above.

[0028] Invention-in-this-application persons changed various ingredients which constitute the surface acoustic wave device 2 in surface wave equipment 1, a reflecting layer 3, and a protective layer 4 in consideration of the analysis result by the finite element method of the above-mentioned surface wave equipment 1, and these dimensions, and repeated the experiment. Consequently, the thing from a surface acoustic wave device 2 to a protective layer 4 for which propagation of vibration can be controlled mostly was found out like the result which showed it in above-mentioned drawing 2 when making the acoustic-impedance value  $Z_2$  of a reflecting layer 3 smaller than the acoustic-impedance value  $Z_1$  of a surface acoustic wave device 2, and the acoustic-impedance value  $Z_3$  of a protective layer 4.

[0029] This is explained with reference to drawing 3 and drawing 4 . First, in the surface wave equipment 1 of the above-mentioned example, various ingredients which constitute a reflecting layer were changed and others produced the surface wave equipment with which the acoustic-impedance ratios  $Z_2/Z_1$  differ variously like the above-mentioned example. In these surface wave equipments, resonance frequency was measured and it asked for resonance frequency rate of change when the acoustic-impedance ratios  $Z_2/Z_1$  change. A result is shown in drawing 3 .

[0030] In addition, resonance frequency rate of change is a value expressed with  $[(F-F_0)/F_0] \times 100(\%)$ , when resonance frequency of  $F_0$  and the surface wave equipment produced as mentioned above is set to  $F$  for the resonance frequency

of surface acoustic wave device 2 simple substance.

[0031] It turns out that the acoustic-impedance ratios  $Z2/Z1$  have [ 0.2 or less / in / preferably / 0.1 or less ] the rate of change of resonance frequency very as small as 0.4% or less, and  $Z2/Z1$  is as low as 0.1% or less at 0.1 or less so that clearly from drawing 3 .

[0032] Next, in the surface wave equipment of the above-mentioned example, various ingredients which constitute a reflecting layer like the above-mentioned example, and constitute a protective layer were changed, the various surface wave equipments with which the impedance ratios  $Z2/Z3$  differ were produced, and it asked for resonance frequency rate of change like the above. A result is shown in drawing 4 .

[0033] By making the acoustic-impedance ratios  $Z2/Z3$  or less into 0.2 shows that resonance frequency rate of change can make resonance frequency rate of change 0.1% or less 0.215% or less by making  $Z2/Z3$  or less into 0.1 more preferably so that clearly from drawing 4 .

[0034] Therefore, as for the acoustic-impedance ratios  $Z1$  and  $Z2$  and  $Z2/Z3$ , 0.2 or less are desirable, and it is 0.1 or less more preferably so that clearly from the result of drawing 3 and drawing 4 .

[0035] In addition, control of the acoustic-impedance values  $Z2$  and  $Z3$  of a reflecting layer 3 and a protective layer 4 can be easily performed by changing modification or the presentation of the ingredient itself which constitutes these. For example, although the epoxy resin was used in the above-mentioned example about the reflecting layer 3, the acoustic-impedance value  $Z2$  of a reflecting layer 3 can be adjusted by blending with an epoxy resin organic [ which has a different acoustic-impedance value from an epoxy resin ], or inorganic powder. Moreover, the acoustic-impedance value  $Z3$  can be easily adjusted to the ceramics which constitutes a protective layer 4 also about a protective layer 4 by blending organic [ which has a different acoustic-impedance value from this ceramics ], or inorganic powder.

[0036] In addition, the ingredient which constitutes a reflecting layer 3 and a

protective layer 4 is limited to neither an epoxy resin nor the ceramics. Various organic materials or inorganic materials may be used so that the acoustic-impedance values  $Z_2$  and  $Z_3$  made into the purpose may be realized.

[0037] Next, the invention-in-this-application person investigated change of the bandwidth at the time of changing various thickness of the reflecting layer 3 in the surface wave equipment 1 of the above-mentioned example, and resonance frequency. A result is shown in drawing 5 and drawing 6 R> 6.

[0038] Drawing 5 shows change of the phase contrast bandwidth at the time of changing various thickness of a reflecting layer 3 in the above-mentioned example, and drawing 6 shows change of relative resonance frequency. In addition, phase contrast bandwidth shows the rate of the fractional band width in the produced surface wave equipment to the fractional band width independent [ surface acoustic wave device 2 ] in which the reflecting layer 3 and the protective layer 4 are not formed. Moreover, relative resonance frequency shows the rate of the resonance frequency of the prepared surface wave equipment to the resonance frequency of surface acoustic wave device 2 simple substance.

[0039] The thickness of the reflecting layer 3 of the axis of abscissa in drawing 5 and drawing 6 is a value on the basis of the wavelength  $\lambda$  of the surface wave excited by the surface acoustic wave device 2. When changing the thickness of a reflecting layer 3 so that clearly from drawing 5 and drawing 6 , it turns out that phase contrast bandwidth and relative resonance frequency change a fixed period. That is, it turns out that phase contrast bandwidth and relative resonance frequency do not change the thickness of a reflecting layer mostly to the property in the case of surface acoustic wave device 2 simple substance in  $n\lambda / 4 \sim \lambda / 8$  ( $n$  is odd number). Therefore, preferably, when wavelength of the surface wave excited by the surface acoustic wave device 2 is set to  $\lambda$ , as for the thickness of a reflecting layer 3, i.e., the distance of the reflecting layer of the travelling direction of vibration spread from the surface acoustic wave device 2 to the reflecting layer 3, it is desirable to consider as the range of  $n\lambda/4 \sim \lambda/8$ .



[0040] Drawing 7 is the transverse-plane sectional view showing the modification of the surface wave equipment 1 of the example shown in drawing 1 . With the surface wave equipment 1 shown in drawing 1 , on the reflecting layer 3, the rectangular protective layer 4 was formed so that the top face of a reflecting layer 3 might be covered, but like the modification shown in drawing 7 , protective layer 4A may be formed so that the INTADEJITARU electrode 6 and a reflecting layer 3 may be covered. In this case, if what consists of a conductive ingredient is preferably used as protective layer 4A, electromagnetic shielding of the functional division of the surface acoustic wave device 2 in which the INTADEJITARU electrode 6 is formed can be carried out.

[0041] In addition, in order to give the electromagnetic shielding effectiveness to protective layer 4A, there is not necessarily no need of constituting the protective layer 4 whole from a conductive ingredient. That is, a protective layer 4 may be constituted from an insulating ingredient, and the electric conduction film may be built in the interior. Moreover, protective layer 4A may be constituted by forming the electric conduction film in the inside or external surface of a layer which consists of an insulating ingredient.

[0042] In addition, also in the surface wave equipment 1 of the example shown in drawing 1 , a conductive ingredient layer may be prepared so that the above electromagnetic shielding effectiveness may be given to a protective layer 5. But preferably, like the modification shown in drawing 7 , when a conductive ingredient layer is prepared in the structure which prepared protective layer 4A so that the side face of a reflecting layer 3 may also be covered, the still higher electromagnetic shielding effectiveness is acquired.

[0043] In addition, in surface wave equipment 1A shown in drawing 7 , the metal bumps 11 and 12 are formed in the outside of the field in which protective layer 4A is prepared so that it may connect with the ID electrode 6 electrically. Since surface wave equipment 1A is mounted in a case substrate, the circuit board, etc. by the face down method, the metal bumps 11 and 12 are formed. Also in this case, since protective layer 4A may contact a case substrate, the miniaturization

of surface-wave equipment can be attained compared with the package structure of the surface-wave component using the conventional metal membrane.

[0044] Drawing 8 is a transverse-plane sectional view for explaining the modification of further others of the surface acoustic wave equipment 1 of the above-mentioned example. This surface wave equipment 1B is constituted almost like surface wave equipment 1A shown in drawing 7 . But a reflecting layer 3 has the structure which carried out the laminating of two or more ingredient layers 3a-3c here. Surface wave equipment 1B is constituted like surface wave equipment 1A by other points.

[0045] In this invention, a reflecting layer 3 may be the structure where the laminating of two or more ingredient layers 3a-3c was carried out as shown by this modification. In this case, the acoustic-impedance value Z2 considered as a request can be easily attained by combining two or more ingredient layers 3a-3c by using what has a proper acoustic-impedance value as two or more ingredient layers 3a-3c.

[0046] In addition, in ingredient layer 3c arranged on ingredient layer 3b laid underground in a reflecting layer 3, or the outside, when a reflecting layer 3 is constituted from two or more ingredient layers 3a-3c, you may constitute so that the electromagnetic shielding effectiveness may be discovered using a conductive ingredient.

[0047] Drawing 9 is the transverse-plane sectional view showing the surface wave equipment concerning the 2nd example of this invention. With the surface wave equipment 21 of the 2nd example, the laminating of the 1st and 2nd surface acoustic wave device 22 and 23 is carried out. That is, the reflecting layer 24 is formed on a surface acoustic wave device 2 and the 1st surface acoustic wave device 22 constituted similarly, and the laminating of the 2nd surface acoustic wave device 23 is carried out on this reflecting layer 24. The 2nd surface acoustic wave device 23 is constituted like the 1st surface acoustic wave device 22. The 1st and 2nd surface acoustic wave device 23 is constituted like the surface acoustic wave device 2 of the 1st example. On the 2nd surface

acoustic wave device 23, the laminating of the 2nd reflecting layer 25 and protective layer 26 is carried out.

[0048] Thus, in this invention, the laminating of two or more surface acoustic wave devices used as the source of vibration may be carried out, and the 1st and 2nd surface acoustic wave device 22 and the 1st reflecting layer 24 between 23 are constituted like the 2nd reflecting layer 25 in that case. That is, acoustic-impedance value  $Z_{2a}$  of the 1st and 2nd reflecting layer 24 and  $Z_{2b}$  are made smaller than the acoustic-impedance value  $Z_1$  of the piezo-electric substrate which constitutes surface acoustic wave devices 22 and 23, and the acoustic-impedance value  $Z_3$  of a protective layer 26. In this case, since vibration spread from the 1st surface acoustic wave device 22 is reflected in the interface of a reflecting layer 24 and the piezo-electric substrate of the 2nd surface acoustic wave device 23, even if vibration generated in the 1st surface acoustic wave device 22 spreads to a reflecting layer 24, the inferior surface of tongue of the piezo-electric substrate 5 which constitutes the 2nd surface acoustic wave device 23 is hardly displaced. That is, the piezo-electric substrate of the 2nd surface acoustic wave device 23 functions as a protective layer which gives a reflective interface to the 1st reflecting layer 24.

[0049] In addition, although explained taking the case of the surface acoustic wave device by which the INTADEJITARU electrode is formed on the piezo-electric substrate as a surface-wave substrate, as shown in drawing 10, piezo-electric thin film 5B may constitute a surface acoustic wave device 2 from the example and modification which have been mentioned above on piezo-electric substrate 5A using surface-wave substrate 5C by which the laminating is carried out.

[0050] Moreover, IDT 33 and 34 is formed on the insulating substrate 32 which consists of a glass substrate etc. like the surface wave equipment 31 shown in drawing 11 (a) and (b), and this invention can be applied also to the structure where the piezo-electric thin film 36 is formed on IDT33 and 34. The reflecting layer 37 and the protective layer 38 are formed so that the piezo-electric thin film

36 which consists of a ZnO thin film etc. may be covered with surface wave equipment 31. In addition, in drawing 11 (a) and (b), a terminal electrode is shown 35a-35d, and the terminal electrodes 35a-35d are formed so that the outside of the field covered by the reflecting layer 37 and the protective layer 38 may be reached.

[0051] Furthermore, in the above-mentioned example and the modification, although the surface wave resonator was shown as a surface acoustic wave device 2, this invention is applicable also to the surface wave equipment using the surface acoustic wave device of other structures, such as a surface wave filter. In addition, also about the surface wave to be used, it is not restricted to a Rayleigh wave but other surface waves, such as an SH wave, may be used.

[0052] In addition, in an example, although the direct reflecting layer is formed on an INTADEJITARU electrode, protective coats, such as thin SiO<sub>2</sub>, were formed upwards, and a reflecting layer may be formed.

[0053]

[Effect of the Invention] With the surface wave equipment concerning the 1st invention, the laminating of a reflecting layer and the protective layer is carried out on the surface acoustic wave device, and since the reflecting layer impedance value  $Z_2$  is smaller than a surface acoustic wave device and the acoustic-impedance values  $Z_1$  and  $Z_3$  of a protective layer, vibration spread from the surface acoustic wave device to the reflecting layer in the interface of a reflecting layer and a protective layer is reflected. Therefore, even if it holds mechanically a protective layer or a surface acoustic wave device, the property of a surface acoustic wave device cannot deteriorate easily. Therefore, it becomes possible to offer the small and cheap surface wave equipment which does not need the space for not barring vibration.

[0054] With the surface wave equipment concerning the 2nd invention, the laminating of the 1st and 2nd surface acoustic wave device is carried out through the 1st reflecting layer. On the 2nd surface acoustic wave device, the laminating of the 2nd reflecting layer and protective layer is carried out. Since the acoustic-

impedance value  $Z_2$  of the 1st and 2nd reflecting layer is smaller than the impedance value  $Z_1$  of the 1st and 2nd surface acoustic wave device, and the impedance value  $Z_3$  of a protective layer, Vibration which vibration spread from the 1st surface acoustic wave device was reflected by the interface of the 1st reflecting layer and the 2nd surface acoustic wave device, and has been spread from the 2nd surface acoustic wave device is reflected by the interface of the 2nd reflecting layer and a protective layer. Therefore, with the side to which the laminating of a protective layer or the reflecting layer of the 1st surface acoustic wave device is carried out, even if it holds the field of the opposite side mechanically, the property of the 1st and 2nd surface acoustic wave device cannot deteriorate easily. Therefore, since it is not necessary to form the space which touched the surface acoustic wave device, the small and cheap surface wave equipment which comes to carry out the laminating of the 1st and 2nd surface acoustic wave device can be offered.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] (a) And (b) is the decomposition perspective view and transverse-

plane sectional view of surface wave equipment concerning one example of this invention.

[Drawing 2] Drawing showing the result of having analyzed displacement distribution of the surface acoustic wave device at the time of driving the surface wave equipment of the example shown in drawing 1, a reflecting layer, and a protective layer with the finite element method.

[Drawing 3] Drawing showing the resonance frequency rate of change in the surface wave equipment of the example at the time of changing the acoustic-impedance ratios  $Z_2/Z_1$ .

[Drawing 4] Drawing showing the resonance frequency rate of change in the surface wave equipment of the example at the time of changing the acoustic-impedance ratios  $Z_2/Z_3$ .

[Drawing 5] Drawing showing change of the phase contrast bandwidth of the surface wave equipment of the example at the time of changing the thickness of a reflecting layer.

[Drawing 6] Drawing showing change of the relative resonance frequency of the surface wave equipment of the example at the time of changing the thickness of a reflecting layer.

[Drawing 7] The transverse-plane sectional view showing the surface wave equipment concerning the modification of the example shown in drawing 1.

[Drawing 8] The transverse-plane sectional view showing the modification of further others of the surface wave equipment shown in drawing 1.

[Drawing 9] The transverse-plane sectional view showing the surface wave equipment concerning invention of the 2nd of this invention.

[Drawing 10] The transverse-plane sectional view for explaining the modification of further others of the surface wave equipment concerning this invention.

[Drawing 11] (a) and (b) are the top view and transverse-plane sectional view for explaining other modifications of the surface wave equipment of this invention.

[Description of Notations]

1 -- Surface wave equipment

1A -- Surface wave equipment  
1B -- Surface wave equipment  
2 -- Surface acoustic wave device  
3 -- Reflecting layer  
3A-3C -- Ingredient layer  
4 -- Protective layer  
4A -- Protective layer  
4B -- Reflecting layer  
5 -- Piezo-electric substrate (surface wave substrate)  
5a -- Top face  
5b -- Inferior surface of tongue  
6 -- INTADEJITARU electrode  
7 8 -- Terminal electrode  
11 12 -- Metal bump  
21 -- Surface wave equipment  
22 23 -- The 1st and 2nd surface acoustic wave device  
24 -- The 1st reflecting layer  
25 -- The 2nd reflecting layer  
26 -- Protective layer  
31 -- Surface wave equipment  
32 -- Insulating substrate  
33 34 -- IDT  
35a-35d -- Terminal electrode  
36 -- Piezo-electric thin film  
37 -- Reflecting layer  
38 -- Protective layer

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

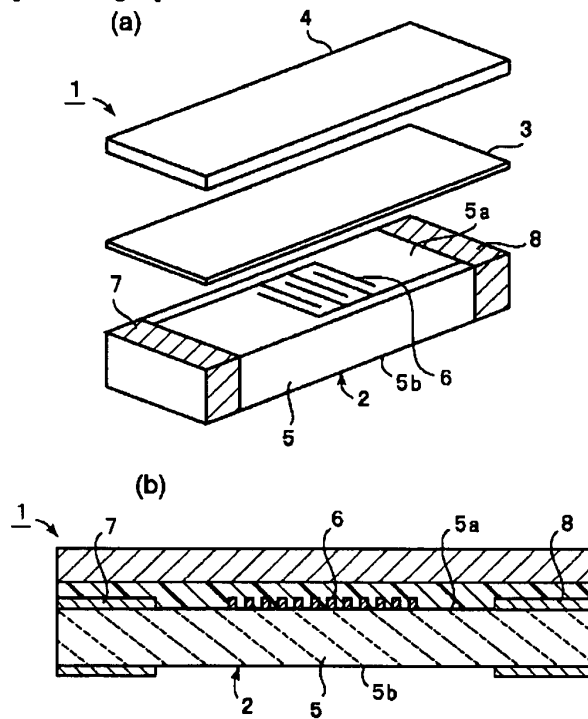
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DRAWINGS

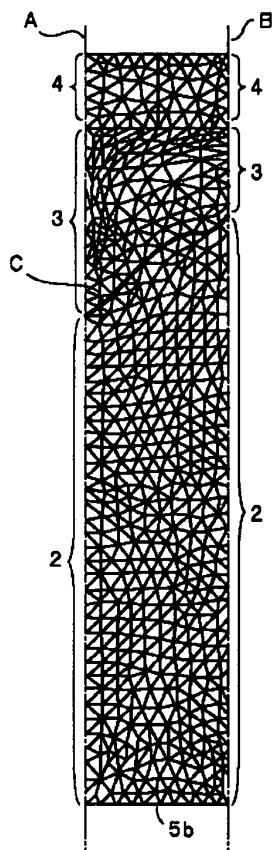
---

[Drawing 1]

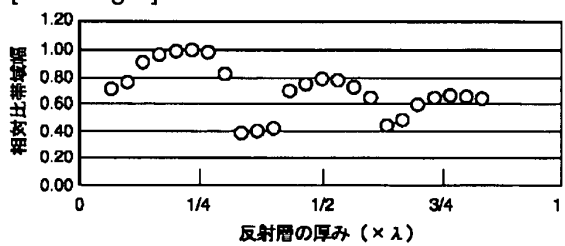


[Drawing 2]

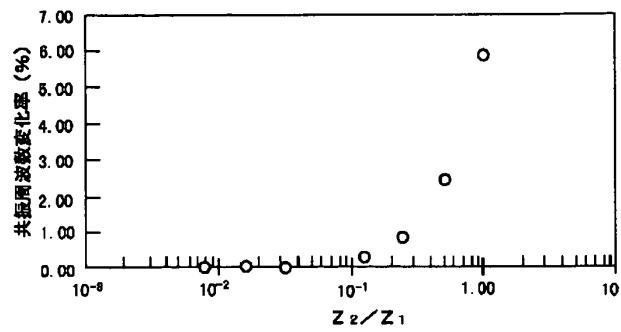




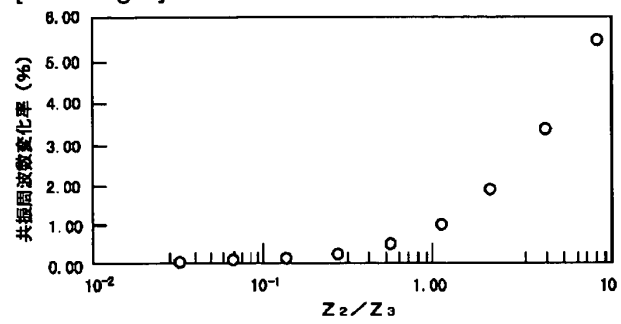
[Drawing 5]



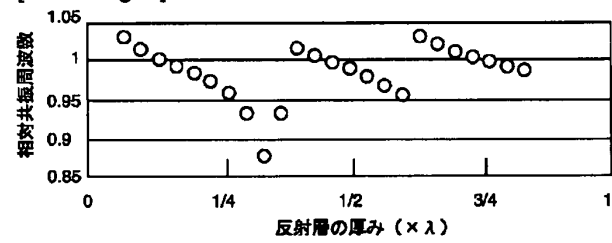
[Drawing 3]



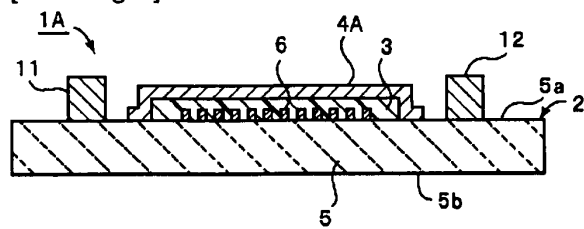
[Drawing 4]



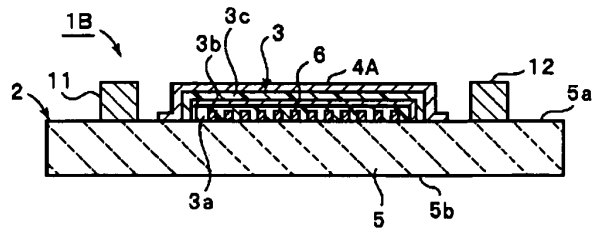
[Drawing 6]



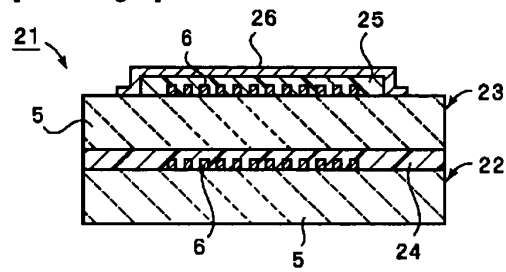
[Drawing 7]



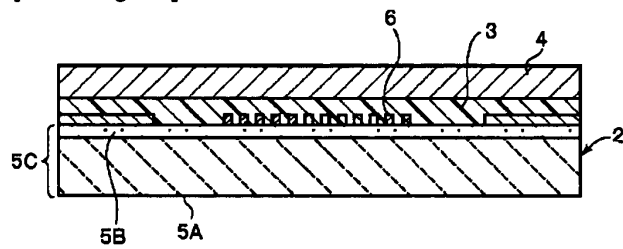
[Drawing 8]



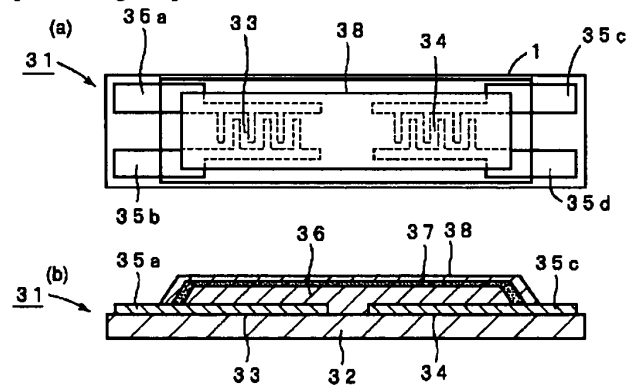
[Drawing 9]



[Drawing 10]



[Drawing 11]



[Translation done.]